

ELECTROVISCOUS FLUID**Publication number:** JP6220476**Publication date:** 1994-08-09**Inventor:** YAMAMURA NOBUHIRO**Applicant:** TOYOTA MOTOR CORP**Classification:**

- international: *C10M157/04; C10N20/00; C10N20/06; C10N40/14; C10M157/00; (IPC1-7): C10M157/04; C10M143/00; C10M145/14; C10M145/22; C10M145/26; C10M149/08; C10M149/18; C10M157/04; C10N20/00; C10N20/06; C10N40/14*

- european:**Application number:** JP19930010111 19930125**Priority number(s):** JP19930010111 19930125**Report a data error here****Abstract of JP6220476**

PURPOSE:To obtain the subject fluid which has a high yield stress and a low current density even at high temperatures. **CONSTITUTION:**The objective fluid is prepared by dispersing fine solid particles in an electrical insulating medium. The solid fine particles are made from a matrix resin comprising a resin selected from among ABS resin, polyolefin, polyethylene terephthalate and polymethyl methacrylate and a hydrophilic resin contained in the matrix resin and selected from among poly(ethylene oxide/propylene oxide) copolymer, polyethylene glycol polyamide, polyesteramide, poly(epichlorohydrin/ethylene oxide) copolymer, polyethylene glycol methacrylate copolymer and methacrylate copolymer having quat. ammonium salt groups, are substantially free from water, and have a volume specific conductivity of 1×10^{-11} to 2×10^{-9} S/cm.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-220476

(43) 公開日 平成6年(1994)8月9日

(51) Int.Cl.⁵
C 1 0 M 157/04
// (C 1 0 M 157/04
149: 08
145: 14
143: 00

識別記号

庁内整理番号
9159-4H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平5-10111

(22) 出願日 平成5年(1993)1月25日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 山村 宜弘

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

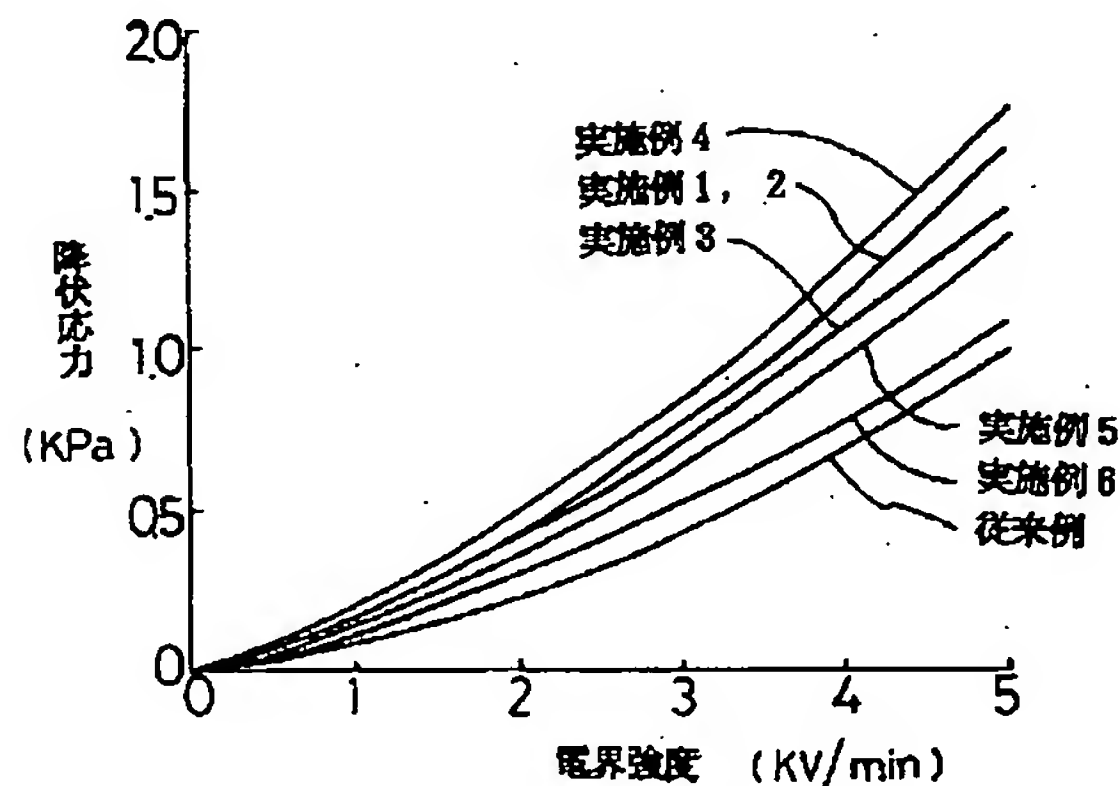
(74) 代理人 弁理士 大川 宏

(54) 【発明の名称】 電気粘性流体

(57) 【要約】

【目的】 高い降伏応力を示し、かつ高温時にも低い電流密度を示す電気粘性流体とする。

【構成】 電気絶縁性媒体中に固体微粒子を分散してなる電気粘性流体において、固体微粒子は、ABS樹脂、ポリオレフィン、ポリエチレンテレフタレート、ポリメタクリル酸メチルから選ばれる樹脂からなるマトリックス樹脂と、マトリックス樹脂中に含有され、ポリ(エチレンオキシド/プロピレンオキシド)共重合体、ポリエチレングリコール系ポリアミド、ポリエステルアミド、ポリ(エピクロロヒドリン/エチレンオキシド)共重合体、ポリエチレングリコールメタクリレート共重合体、第4級アンモニウム塩基含有メタクリレート共重合体から選ばれる親水性樹脂と、よりなり、実質的に表面に水分を含まず、体積固有電導度が $1 \times 10^{-11} \sim 2 \times 10^{-9} \text{ S/cm}$ であることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気絶縁性媒体中に固体微粒子を分散してなる電気粘性流体において、

該固体微粒子は、ABS樹脂、ポリオレフィン、ポリエチレンテレフタレート、ポリメタクリル酸メチルから選ばれる樹脂からなるマトリックス樹脂と、該マトリックス樹脂中に含有され、ポリ（エチレンオキシド／プロピレンオキシド）共重合体、ポリエチレングリコール系ポリアミド、ポリエステルアミド、ポリ（エピクロルヒドリン／エチレンオキシド）共重合体、ポリエチレングリコールメタクリレート共重合体、第4級アンモニウム塩基含有メタクリレート共重合体から選ばれる親水性樹脂と、よりなり、実質的に表面に水分を含まず、体積固有電導度が $1 \times 10^{-11} \sim 2 \times 10^{-9} \text{ S/cm}$ であることを特徴とする電気粘性流体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、粘性を外部電圧によって制御できる電気粘性流体に関する。

【0002】

【従来の技術】 電気粘性流体は、シリコンオイルなどの絶縁性流体中に誘電性の固体微粒子が分散した懸濁液であり、強い電場の作用により可逆的に粘度が増加する液体であって、クラッチ、ショックアブソーバなどへの利用が検討されている。ここで電気粘性流体に用いられる誘電性の固体微粒子としては、セルロース、澱粉、シリカゲル、ポリアクリル酸リチウムなどの水吸収性あるいは親水性の固体微粒子が従来より用いられている。ところがこのような固体微粒子を用いた電気粘性流体では、電気粘性効果の温度依存性が大きく、また高温時に導電率が大きくなって流れる電流量が大きく、絶縁破壊を防止するための手段が必要となるという不具合があった。また0℃以下の低温では、電気粘性効果が極端に小さくなるという問題もある。

【0003】 そこで、特開平2-255798号公報には、多価アルコールを親水剤として含む結晶セルロース粒子の表面が電気絶縁性薄膜で被覆された構成の誘電体微粒子を用いた電気粘性流体が開示されている。この電気粘性流体によれば、良好な電気粘性効果を示すとともに、高温時にも導電率が小さく、流れる電流量を低減することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところが上記公報に開示された電気粘性流体では、誘電性微粒子は電気絶縁性被膜の厚さによって導電率が大きく変化するという性質がある。しかも、その電気絶縁性被膜の厚さを精密に制御することが困難であり、結果的に流れる電流量にばらつきが生じるという不具合があった。

【0005】 一方、水吸収性あるいは親水性の固体微粒子の代わりに有機半導体粒子を用いた電気粘性流体が検

討されている。このような有機半導体粒子であれば導電率の制御を比較的容易に行うことができる。しかしながらこの電気粘性流体では、有機半導体粒子の粒径によって電気粘性効果が大きく変化するという特性を有し、しかもその粒径の制御は困難であるために十分な特性が得られていないのが現状である。

【0006】 本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、新規な親水性の固体微粒子の使用により、高い電気粘性効果を維持しつつ高温時の導電率の増大を防止することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決する本発明の電気粘性流体は、電気絶縁性媒体中に固体微粒子を分散してなる電気粘性流体において、固体微粒子は、ABS樹脂、ポリオレフィン、ポリエチレンテレフタレート、ポリメタクリル酸メチルから選ばれる樹脂からなるマトリックス樹脂と、マトリックス樹脂中に含有され、ポリ（エチレンオキシド／プロピレンオキシド）共重合体、ポリエチレングリコール系ポリアミド、ポリエステルアミド、ポリ（エピクロルヒドリン／エチレンオキシド）共重合体、ポリエチレングリコールメタクリレート共重合体、第4級アンモニウム塩基含有メタクリレート共重合体から選ばれる親水性樹脂と、よりなり、実質的に表面に水分を含まず、体積固有電導度が $1 \times 10^{-11} \sim 2 \times 10^{-9} \text{ S/cm}$ であることを特徴とする。

【0008】 固体微粒子は、マトリックス樹脂と、マトリックス樹脂中に含まれた親水性樹脂とから構成される。このうちマトリックス樹脂は固体微粒子の基体となるものであり、ABS樹脂、ポリオレフィン、ポリエチレンテレフタレート、ポリメタクリル酸メチルから選ばれる。このマトリックス樹脂は、固体微粒子に耐熱性や機械的強度を付与し、絶縁体及び誘電体のいずれも用いられる。ただ親水性樹脂との相溶性により選択して用いられる。

【0009】 親水性樹脂は、ポリ（エチレンオキシド／プロピレンオキシド）共重合体、ポリエチレングリコール系ポリアミド、ポリエステルアミド、ポリ（エピクロルヒドリン／エチレンオキシド）共重合体、ポリエチレングリコールメタクリレート共重合体、第4級アンモニウム塩基含有メタクリレート共重合体から選ばれ、一般に導電率が $10^{-9} \sim 10^{-8} \text{ S/cm}$ のものが望ましい。この親水性樹脂は、上記マトリックス樹脂中に、固体微粒子全体の体積固有電導度が $1 \times 10^{-11} \sim 2 \times 10^{-9} \text{ S/cm}$ となるように含有される。体積固有電導度が $1 \times 10^{-11} \text{ S/cm}$ より小さいと電気粘性効果が小さくなり、 $2 \times 10^{-9} \text{ S/cm}$ より大きくなると高温時に流れる電流量が大きくなってしまう。このようになる混合比率は、重量比でマトリックス樹脂／親水性樹脂＝99／1～80／20の範囲が一般的である。

【0010】 親水性樹脂は、マトリックス樹脂中に均一

に分散した状態であってもよいが、筋状あるいは層状となって連続層を形成した状態であることが望ましい。したがってマトリックス樹脂と親水性樹脂との組合せは、このような連続層を形成しやすい相溶性をもつ組合せを選択することが好ましい。本発明では、固体微粒子の表面には実質的に水分が含まれない。このような固体微粒子は、固体微粒子を形成後に乾燥工程を行うことにより容易に形成することができる。

【0011】

【作用】本発明の電気粘性流体では、含まれる固体微粒子の表面には水分が存在せず、内部には水分を含む親水性樹脂が含まれている。したがって固体微粒子表面の導電率が低い場合、高温時に流れる電流量を低く抑制することができる。また固体微粒子は、全体では体積固有電導度が $1 \times 10^{-11} \sim 2 \times 10^{-9} \text{ S/cm}$ と適度な導電性を有しているため、内部において電荷移動が速く高い降伏応力が得られ、応答性（電圧を印加してから粘度が変化するまでの時間）も十分に高い。

【0012】

【実施例】以下、実施例により具体的に説明する。

（実施例1）マトリックス樹脂としてABS樹脂を選ぶとともに、室温下、湿度80%の状態に1昼夜放置されたポリエチレングリコールメタクリレート共重合体を親水性樹脂として選び、それぞれを250℃に加熱溶解して混練機で混練し、ペレット状に押し出した。両者の混合比率は、重量比でマトリックス樹脂/親水性樹脂=89/11である。

【0013】ペレット化された混合樹脂は、両樹脂が溶解するTHF（テトラヒドロフラン）に溶解し、メタノールを徐々に加えて粒子状に再析出させた。その平均粒径は20μmである。濾過後、室温で1～2日間真空乾燥して表面の水分を除去し、粘度20cSのシリコンオイル中に20体積%となるように分散させて本実施例の電気粘性流体を調製した。得られた電気粘性流体の基底粘度は0.2PaS、粒子の体積固有電導度は $3 \times 10^{-10} \text{ S/cm}$ であった。

【0014】この電気粘性流体の電界強度-降伏応力特性を調べ、結果を図1に示す。また電流密度-温度曲線を図2に示す。さらに、マトリックス樹脂と親水性樹脂の混合割合を種々変化させたこと以外は同様にして種々の体積固有電導度をもつ電気粘性流体を作製し、それぞれの80℃における降伏応力と電流密度の関係を測定した。結果を図3に示す。

（実施例2）マトリックス樹脂としてABS樹脂を選ぶとともに、室温下、湿度80%の状態に1昼夜放置されたポリエチレングリコールメタクリレート共重合体を親水性樹脂として選び、それぞれを250℃に加熱溶解して混練機で混練し、ペレット状に押し出した。両者の混合比率は、重量比でマトリックス樹脂/親水性樹脂=89/11である。

【0015】ペレット化された混合樹脂は、ボールミルやジェットミルなどで平均粒径20μmとなるように冷凍粉碎し、室温で3時間真空乾燥して表面の水分を除去し、粘度20cSのシリコンオイル中に20体積%となるように分散させて本実施例の電気粘性流体を調製した。得られた電気粘性流体の基底粘度は0.2PaS、粒子の体積固有電導度は $3 \times 10^{-10} \text{ S/cm}$ であった。

【0016】この電気粘性流体の電界強度-降伏応力特性を調べ、結果を図1に示す。また温度-電流密度特性を図2に示す。

（実施例3）マトリックス樹脂としてABS樹脂を選ぶとともに、室温下、湿度80%の状態に1昼夜放置されたポリエチレングリコール系ポリアミドを親水性樹脂として選び、それぞれを260℃に加熱溶解して混練機で混練し、ペレット状に押し出した。両者の混合比率は、重量比でマトリックス樹脂/親水性樹脂=90/10である。

【0017】ペレット化された混合樹脂は、ボールミルやジェットミルなどで平均粒径30μmとなるように冷凍粉碎し、室温で3時間真空乾燥して表面の水分を除去し、粘度20cSのシリコンオイル中に18体積%となるように分散させて本実施例の電気粘性流体を調製した。得られた電気粘性流体の基底粘度は0.15PaS、粒子の体積固有電導度は $2 \times 10^{-10} \text{ S/cm}$ であった。

【0018】この電気粘性流体の電界強度-降伏応力特性を調べ、結果を図1に示す。また温度-電流密度特性を図2に示す。

（実施例4）マトリックス樹脂としてポリプロピレンを選ぶとともに、室温下、湿度80%の状態に1昼夜放置されたポリ（エチレンオキシド/プロピレンオキシド）共重合体を親水性樹脂として選び、それぞれを210℃に加熱溶解して混練機で混練し、ペレット状に押し出した。両者の混合比率は、重量比でマトリックス樹脂/親水性樹脂=85/15である。

【0019】ペレット化された混合樹脂は、両樹脂が溶解するTHF（テトラヒドロフラン）に溶解し、メタノールを徐々に加えて粒子状に再析出させた。その平均粒径は40μmである。濾過後、室温で3時間真空乾燥して表面の水分を除去し、粘度20cSのシリコンオイル中に15体積%となるように分散させて本実施例の電気粘性流体を調製した。得られた電気粘性流体の基底粘度は0.1PaS、粒子の体積固有電導度は $5 \times 10^{-10} \text{ S/cm}$ であった。

【0020】この電気粘性流体の電界強度-降伏応力特性を調べ、結果を図1に示す。また温度-電流密度特性を図2に示す。

（実施例5）マトリックス樹脂としてポリプロピレンを選ぶとともに、室温下、湿度80%の状態に1昼夜放置

5

されたポリ(エピクロロヒドリン/エチレンオキシド)共重合体を親水性樹脂として選び、それぞれを210℃に加熱溶解して混練機で混練し、ペレット状に押し出した。両者の混合比率は、重量比でマトリックス樹脂/親水性樹脂=85/15である。

【0021】ペレット化された混合樹脂は、両樹脂が溶解するTHF(テトラヒドロフラン)に溶解し、メタノールを徐々に加えて粒子状に再析出させた。その平均粒径は40 μ mである。濾過後、室温で3時間真空乾燥して表面の水分を除去し、粘度20cSのシリコンオイル中に15体積%となるように分散させて本実施例の電気粘性流体を調製した。得られた電気粘性流体の基底粘度は0.11Pa \cdot s、粒子の体積固有電導度は 4×10^{-10} S/cmであった。

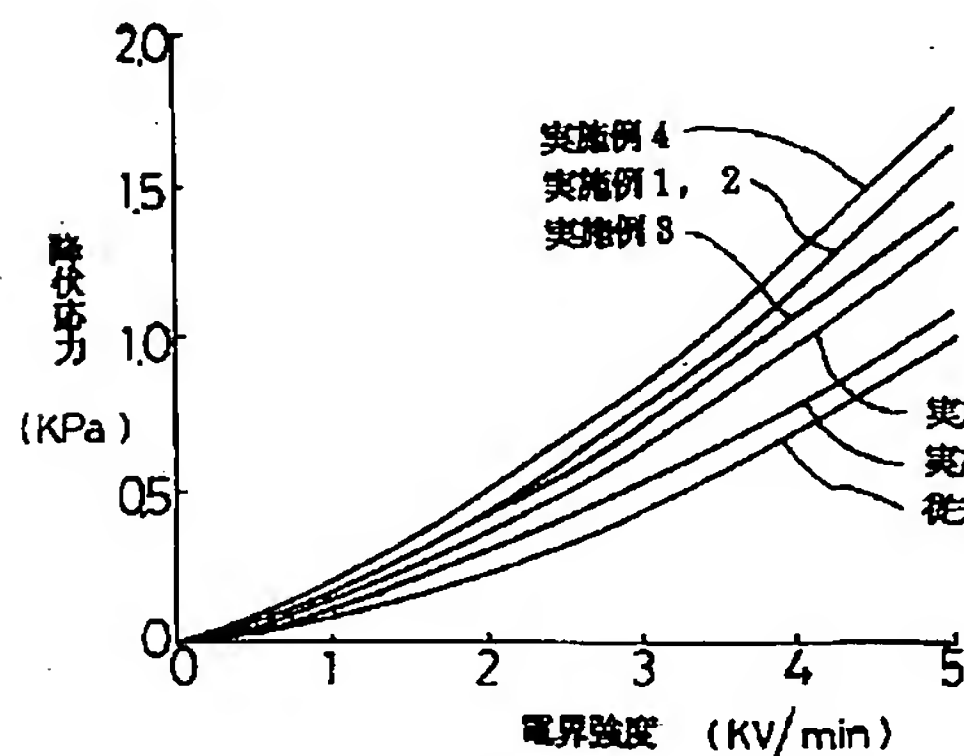
【0022】この電気粘性流体の電界強度-降伏応力特性を調べ、結果を図1に示す。また温度-電流密度特性を図2に示す。

(実施例6)マトリックス樹脂としてポリエチレンテレフタレート(PET)を選ぶとともに、室温下、湿度80%の状態では1昼夜放置された第4級アンモニウム塩含有メタクリレート共重合体を親水性樹脂として選び、それぞれを280℃に加熱溶解して混練機で混練し、ペレット状に押し出した。両者の混合比率は、重量比でマトリックス樹脂/親水性樹脂=91/9である。

【0023】ペレット化された混合樹脂は、ボールミルやジェットミルなどで平均粒径10 μ mとなるように冷凍粉碎し、室温で3時間真空乾燥して表面の水分を除去し、粘度20cSのシリコンオイル中に14体積%となるように分散させて本実施例の電気粘性流体を調製した。得られた電気粘性流体の基底粘度は0.09Pa \cdot s、粒子の体積固有電導度は 8×10^{-10} S/cmであった。

【0024】この電気粘性流体の電界強度-降伏応力特性を調べ、結果を図1に示す。また温度-電流密度特性を図2に示す。

【図1】



6

(従来例) 実施例で用いたものと同様のシリコンオイル中に、シリカ粉末を20体積%分散させた組成の従来例の電気粘性流体を用意し、その電界強度-降伏応力特性及び電流密度-温度曲線をそれぞれ図1及び図2に示す。

(評価) 図1より、本実施例の電気粘性流体は従来例のものに比べて電気粘性特性が優れていることがわかる。そして図2より、従来の電気粘性流体は実施例のものに比べて温度の上昇に伴って電流密度が急激に増大していることが明らかである。これは、従来の電気粘性流体に用いられているシリカ粒子表面に吸着した水分の影響である。

【0025】また図3より、電流密度は体積固有電導度に対してほぼ比例関係にある。しかし電流密度が30 μ A/cm²を越えると耐熱性が低下するので、体積固有電導度は 2×10^{-9} S/cm以下とするのが実用上好ましい。一方、降伏応力は 2×10^{-9} S/cmを超えるとほぼ一定値となり、 1×10^{-11} S/cmより小さくなると急激に低下している。したがって図3より、粒子の体積固有電導度は $1 \times 10^{-11} \sim 2 \times 10^{-9}$ S/cmの範囲とするのが望ましいことが明らかである。

【0026】

【発明の効果】すなわち本発明の電気粘性流体によれば、降伏応力及び高温時の電流密度の両方で優れた特性を示し、電気粘性特性に優れるとともに絶縁破壊を防止するための装備などが不要となる。また本発明に用いている微粒子は、シリコンオイルなどと近い比重を有しているので、沈殿などの不具合が生じにくくなり、また有機半導体粒子などと比較して安価である。

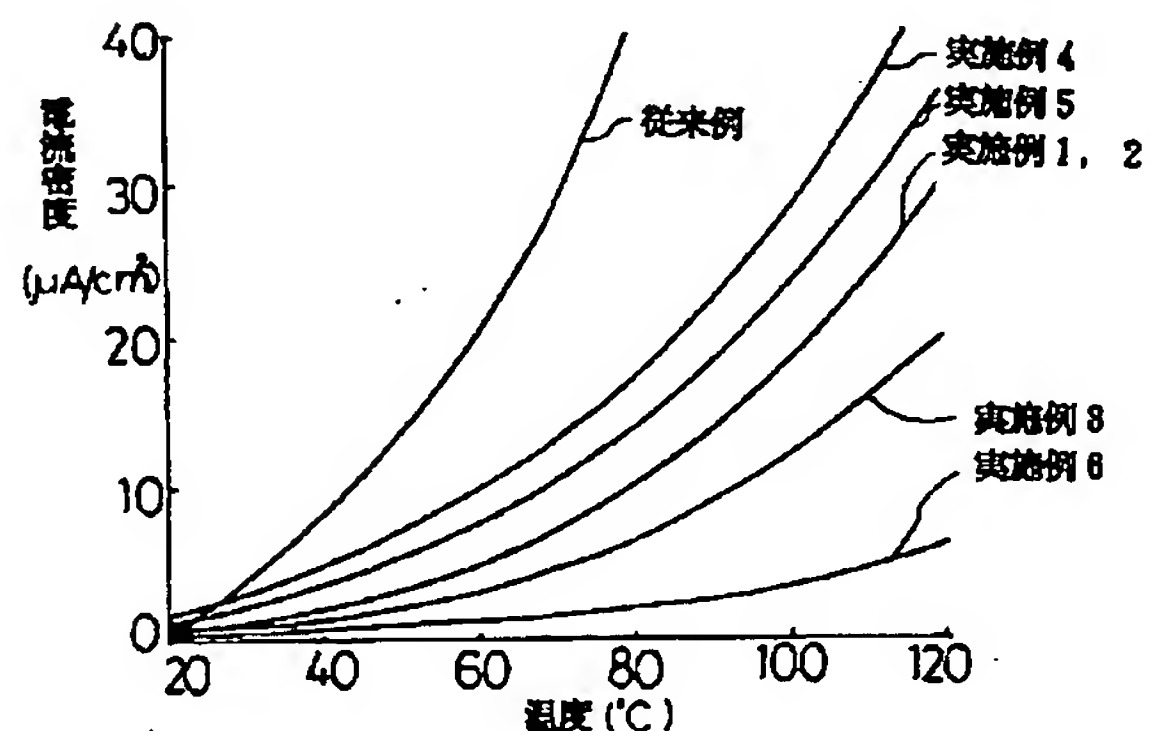
【図面の簡単な説明】

【図1】電界強度と降伏応力との関係を示すグラフである。

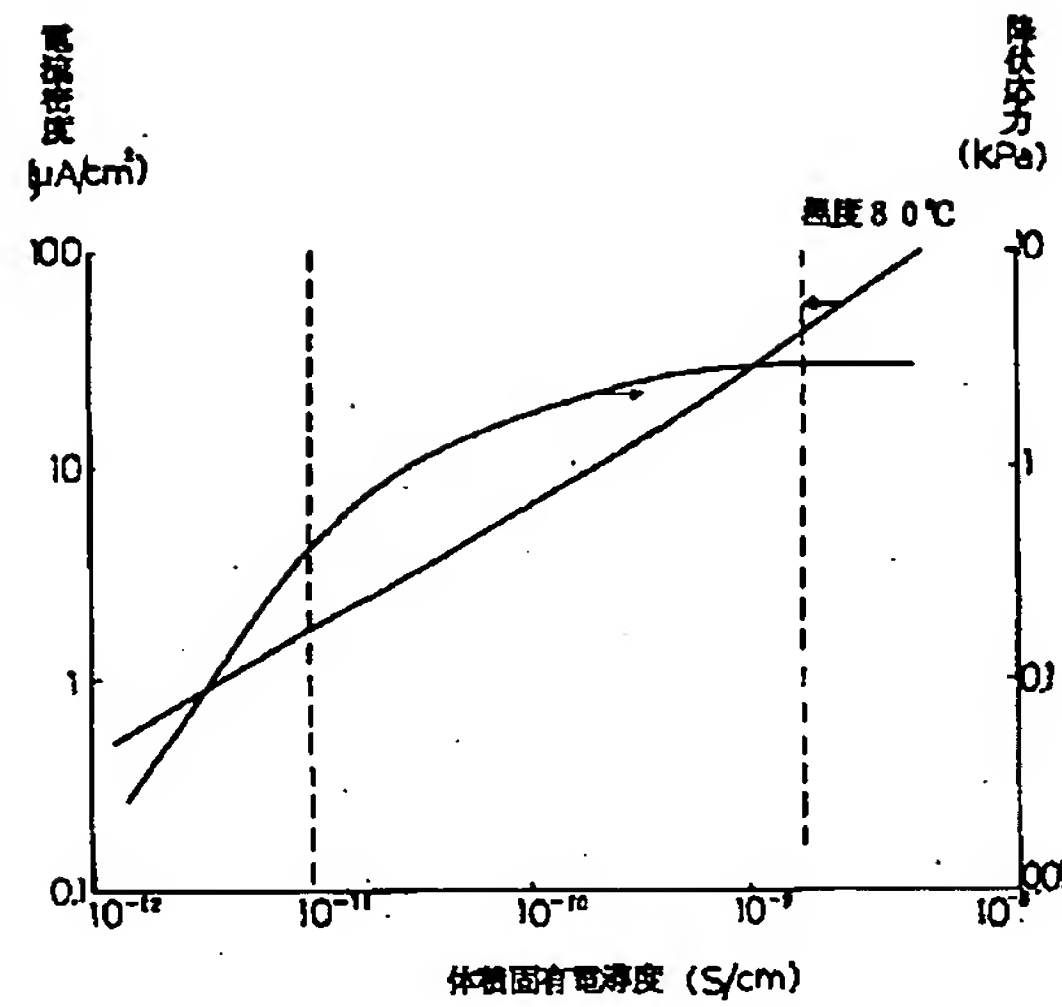
【図2】温度と電流密度の関係を示すグラフである。

【図3】体積固有電導度と降伏応力及び電流密度の関係を示すグラフである。

【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 1 0 M 145:26

149:18

145:22)

C 1 0 N 20:00

20:06

40:14

Z 8217-4H

Z 8217-4H